

明 細 書

ボールねじ装置

技術分野

- [0001] 本発明は、工作機械や精密機械等の機械装置の移動体の送り機構や搬送装置等に用いられるボールねじ装置に関する。

背景技術

- [0002] 一般に、ボールねじ装置のストロークを変更する場合には、そのストロークに応じて1本のボールねじ軸を製作して対処している。

この場合、複数本のねじ軸を接続して1本のボールねじ軸として対処すれば、容易にボールねじ軸の長さを変更してボールねじ装置のストローク変更の多様な要求に応えることができる訳であるが、複数本のねじ軸を接続して1本のボールねじ軸とする先行技術文献は見当たらない。

- [0003] 複数本の軸を接続する従来技術としては、接続する一方の軸の端部に嵌合穴とねじ穴を有する軸方向の段付き凹部を形成するとともに、他方の軸の端部に嵌合部とねじ部を有する段付き凹部を形成し、ねじ穴にねじ部を螺合させると共に嵌合穴に嵌合部を圧入することによって、接続された2本の軸の半径方向の位置ずれを防止している(例えば、特開平5-279928号公報参照)。

- [0004] しかしながら、上述した軸の接合技術においては、2本の軸の半径方向の位置ずれは防止できるものの、その円周方向の位置は、ねじ部のねじ穴への噛合始めの位相と両方の軸の当接面が当接するときのねじ込み長さにより決まってしまうため、ボールねじ装置のボールねじ軸に特有なねじ軸の外周面に形成したボール転動溝の位相合せが困難であるという問題がある。

発明の開示

- [0005] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、ボールねじ装置に用いることのできるねじ軸を接合により形成する手段を提供することを目的とする。

上記課題を解決するために、本発明は、外周面に螺旋状の軸軌道溝を形成した複数のねじ軸と、該ねじ軸を接合する接合部材と、内周面に前記軸軌道溝に対向する

ナット軌道溝を形成したナットと、前記軸軌道溝とナット軌道溝との間に装填された複数のボールとを備え、前記複数のねじ軸の軸軌道溝の位相を合わせて前記接合部材で接合してねじ軸組立体を形成し、該ねじ軸組立体の軸軌道溝と前記ナット軌道溝とを前記複数のボールを介して螺合させたことを特徴とする。

- [0006] 本発明に係るボールねじ装置では、複数のねじ軸の軸軌道溝の位相を合わせて接合部材で接合してねじ軸組立体を形成するようにしたことによって、ナット内に装填されているボールを円滑に接合部材を通過させることができると共に、ねじ軸組立体の長さを容易に変更すること可能となり、ボールねじ装置のストローク変更への多様な要求に応えることができるという効果が得られる。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]本発明の第1実施例に係るボールねじ装置の断面図である。
[図2]図1に示すねじ込み間座の断面図である。
[図3]本発明の第2実施例に係るボールねじ装置の概略構成を示す図である。
[図4]図3に示すねじ込み間座の断面図である。
[図5]本発明の第3実施例に係るボールねじ装置のねじ込み間座を示す正面図である。
[図6]本発明の第4実施例に係るボールねじ装置のねじ込み間座を示す正面図である。
[図7]本発明の第5実施例に係るボールねじ装置の断面図である。
[図8]本発明の第6実施例に係るボールねじ装置の断面図である。
[図9]図8に示す嵌合間座の断面図である。
[図10]本発明の第7実施例に係るボールねじ装置を示す断面図である。
[図11]本発明の第8実施例に係るボールねじ装置のねじ軸組立体を示す側面図である。
[図12]図11に示すコイル体の側面図である。
[図13]本発明の第9実施例に係るボールねじ装置のねじ軸組立体を示す側面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0008] 以下に、図面を参照して本発明によるボールねじ装置の実施例について説明する。

図1は本発明の第1実施例に係るボールねじ装置の断面図、図2は図1に示すねじ込み間座の断面図である。図1において、第1実施例に係るボールねじ装置1は、ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15、ナット7及び複数のボール9を備えている。

上記ナット7は、合金鋼や炭素鋼等の鋼材で形成されている。また、ナット7は、ねじ軸組立体15の外径より大きい内径で筒状に形成され、螺旋状のナット軌道溝8と、図示しない複数のボルトによりナット7を機械装置の移動体等に固定するためのフランジ部10とを有している。フランジ部10は、ナット7の一端部に形成され、図示しないボルトを挿通させる複数のボルト孔を有する。

[0009] 上記ナット軌道溝8は、その断面がほぼ半円弧状に形成されている。また、ナット軌道溝8はナット7の内周面上に一定のリードで形成され、後述するねじ軸組立体15の軸軌道溝3と対向している。

ボール9は、合金鋼等の鋼材またはセラミック材等からなり、ねじ軸組立体15が回転すると、これに伴ってねじ軸組立体15及びナット7の軌道溝3, 8上を転動する。そして、ナット軌道溝8を転動したボール9は、ナット7に組み付けられたボールリターンチューブ(図示せず)内に入り、ボールリターンチューブ内に形成されたボール戻し通路を通して初期位置に戻されるようになっている。

[0010] ねじ軸組立体15は、第1のねじ軸(軸体)16、第2のねじ軸(軸体)17及び接合部材としてのねじ込み間座(スリーブ)11を含んで構成されている。第1及び第2のねじ軸16, 17は、その断面がナット7の内径より小さい直径で円形に形成され、螺旋状の軸軌道溝3をそれぞれ有している。この軸軌道溝3は、ナット7のナット軌道溝8と同じリードでねじ軸16, 17の外周面上に形成されている。

[0011] また、第1及び第2のねじ軸16, 17は、その一端部に、スリーブ11と嵌合する軸部18, 19を有している。これらの軸部18, 19は、ねじ軸16, 17の外径より小さい外径でねじ軸16, 17と同軸に形成され、その先端部に雄ねじ部5をそれぞれ有している。

ねじ込み間座11は、その外径を D_k (図2参照)とすると、下式(1)及び(2)を満たす条件で円筒状に形成され、軸部18, 19の外周面18a, 19aと例えばすき間嵌めにて

嵌合する内周面11aを有している。

[0012] $D_k \leq D_p - d_w \quad \dots (1)$

$$D_k \geq D_p - d_w - 0.1 d_w \quad \dots (2)$$

但し、 D_p :ボールピッチ円直径(図1参照)

d_w :ボール直径

また、ねじ込み間座11は、その軸方向長さを B_k とすると、下式(3)及び(4)を満たす条件で円筒状に形成され、軸部18、19の雄ねじ部5と螺合する雌ねじ部12を有している。

[0013] $B_k \leq B_n \quad \dots (3)$

$$B_k > B_s \quad \dots (4)$$

但し、 B_n :ナット軌道溝8の有効巻数に相当する軸方向長さ

B_s :軸部18、19の軸方向長さ

ねじ込み間座11の雌ねじ部12は、軸軌道溝3のリードより小さいリードで且つ雄ねじ部5の軸方向長さの2倍を越える長さでねじ込み間座11の内周面中央部に形成されている。また、雌ねじ部12は、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k より短い長さでねじ込み間座11の内周面中央部に形成されている。

[0014] ねじ軸組立体15の軸軌道溝3とこれに対向するナット7のナット軌道溝8およびこれを連結する図示しないリターンチューブにより循環路が形成され、この循環路に複数のボール9と所定の量の潤滑剤、例えばグリースが封入される。

これにより、軸軌道溝3とナット軌道溝8とがボール9を介して螺合し、ねじ軸組立体15またはナット7を回転させることによってボール9が循環路を循環しながらナット7を軸方向に移動させる。

[0015] なお、ねじ軸の端部の軸部18、19の形成は省略するようにしてもよい。

このような構成において、軸部18、19の雄ねじ部5を間座11の雌ねじ部12にねじ込むと、図1に示すように、軸部18の先端面18bと軸部19の先端面19bとの間に隙間が形成された状態で第1のねじ軸16と第2のねじ軸17とが接続される。したがって、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k がねじ軸16の端面16aとねじ軸17の端面17aとの間における軸軌道溝3のリードの長さと等しくなるように軸部18、19の軸方向長さ B

sを設定しておけば、ねじ軸16, 17の端面16a, 17aがねじ込み間座11の端面11bに当接するまで軸部18, 19の雄ねじ部5を間座11の雌ねじ部12にねじ込むことにより、ねじ軸16の外周面に形成された軸軌道溝3の位相とねじ軸17の外周面に形成された軸軌道溝3の位相とを一致させた状態でねじ軸16とねじ軸17とを接続することができる。

[0016] 本実施例において、ねじ込み間座11の軸方向長さBkは、ねじ軸16, 17の間で切り取られた軸軌道溝3のリードの長さに設定し、その端数分の角度を等分して軸部18, 19の雄ねじ部5がねじ込み間座11の雌ねじ部12と噛合い始める噛合始めとねじ軸16, 17の段部端面16a, 17aにおける軸軌道溝3との位相差とねじ込み回転数(雄ねじ部5と雌ねじ部12との噛合始めからねじ込み間座11の端面11bとねじ軸16, 17の段部端面16a, 17aとが当接するまでの回転数をいう。)とを決定する。

[0017] 例えば、切り取られた軸軌道溝3のリードの長さが1.5リード分であれば、その端数分の角度は180度($360\text{度} \times 0.5$)であり、ねじ込み回転数を整数となるように設定すれば、軸部18, 19の雄ねじ部5がねじ込み間座11の雌ねじ部12と噛合い始める噛合始めとねじ軸16, 17の端面16a, 17aにおける軸軌道溝3との位相差を90度($180\text{度} / 2$)に決定する。

[0018] この場合に、端数を持つようなねじ込み回転数を設定した場合は、その端数分の角度をリードの端数から求めた角度に加えて位相差を決定すればよい。

また、ねじ軸16, 17の雄ねじ部5とねじ込み間座11の雌ねじ部12との噛合始めとねじ軸16, 17の端面16a, 17aにおける軸軌道溝3との位相差は、その和がリードの端数から求めた角度となるように設定して、これに応じたそれぞれのねじ込み回転数を決定するようにしてもよい。

[0019] なお、本実施例においてはねじ込み間座11の端面11bとねじ軸16, 17の端面16a, 17aとが当接する例を示したが、各部品の加工誤差によっては端面同士を当接させてもねじ軸16, 17の軸軌道溝3の位相が合わない場合が生じる。その場合には、ねじ込み間座11を追加工してねじ込み間座11の長さを短くしたり、ねじ込み間座11の端面11bとねじ軸16, 17の端面16a, 17aとの間にシム等の薄板を入れたりすることによって、ねじ込み間座11に対するねじ軸16, 17のねじ込み量を調整してもよい。

。また、ねじ込み間座11の端面11bとねじ軸16, 17の端面16a, 17aとを必ずしも当接させる必要はなく、ねじ込み間座11の端面11bとねじ軸16, 17の端面16a, 17aとの間に隙間を設けるようにし、ボールを組み込んだナットを一方のねじ軸から他方のねじ軸に移動させることによってねじ軸16, 17の外周面に形成された軸軌道溝3の位相を合わせるようにしてもよい。

[0020] 上記の構成の作用について説明する。

上記の各部の寸法を有するねじ軸16, 17を接合部材であるねじ込み間座11を用いて接合する場合は、ねじ軸16の一端部に形成された軸部18の雄ねじ部5をねじ込み間座11の雌ねじ部12にねじ込み、軸部18の外周面18aとねじ込み間座11の内周面11aとを嵌合させながら更にねじ込んでねじ込み間座11の一方の端面11bとねじ軸16の端面16aとを当接させて締付ける。

[0021] そして、ねじ軸17をねじ込み間座11の反対側から上記と同様にしてねじ込み間座11の他方の端面11bとねじ軸17の端面17aとを当接させて締付ける。

これにより、2本のねじ軸16, 17を軸軌道溝3の位相を合せた状態で1本のねじ軸組立体15として組立てることができる。

このようなねじ軸組立体15に複数のボール9を介してナット7を螺合させてボールねじ装置1を組立て、例えばねじ軸組立体15を回転させるとナット7がねじ軸組立体15の軸方向に移動する。

[0022] ナット7がねじ軸16とねじ軸17との接合部に達すると、ボール9はねじ軸16の軸軌道溝3から外れ、ねじ込み間座11の外周面に支えられながらナット軌道溝8に案内されてねじ込み間座11の外周面上を転動し、ねじ軸17の端面17aに達する。そして、ねじ軸17の端面17aにボール9が達すると、ボール9がねじ軸17の軸軌道溝3に乗り移り、ねじ軸17の軸軌道溝3上を転動する。

[0023] このとき、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k は、ねじ軸16, 17の間で切り取られた軸軌道溝3のリードの長さとなっており、ねじ込み回転数と雄ねじ部5の雌ねじ部12との噛合始めと軸軌道溝3の開口端との位相差によりねじ軸16, 17の軸軌道溝3の位相を合せてあるので、ボール9はねじ軸16からねじ込み間座11を通過してねじ軸17へ円滑に移動することができる。

[0024] また、ねじ込み間座11の外径 D_k をボールピッチ円直径 D_p からボール9の直径 d_w を減じた直径以下としているので、ボール9がナット軌道溝8と間座11の外周面との間に挟まれた状態で間座11の外周面上を転動するので、ナット7の移動抵抗が増加することを防止することができる。

更に、軸部18, 19がねじ軸16, 17と同軸に形成されているので、ねじ軸16, 17をねじ込み間座11により接続した時にその同軸度を保つことができる。

[0025] 更に、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k をナット軌道溝8の有効巻数に相当する軸方向長さ以下としているので、ねじ込み間座11の外周をナット7が通過する時に、装填されている複数のボール9の少なくとも1つが必ず軸軌道溝3とナット軌道溝8の間を転動することができ、ナット7をねじ軸16からねじ軸17へ円滑に受け渡すことができる。

更に、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k は、軸部18, 19の軸方向長さ B_s の和よりは長く形成されているので、ねじ込み間座11の端面11bをねじ軸16, 17の端面16a, 17aに必ず当接させることができ、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k を管理することによりねじ軸組立体15の軸方向長さやねじ軸16, 17間の距離を容易に管理することができる。

[0026] 以上説明したように、第1実施例では、ねじ軸16の軸軌道溝3とねじ軸17の軸軌道溝3との位相を合わせて接合部材としてのねじ込み間座11によりねじ軸16とねじ軸17とを接続してねじ軸組立体15を形成するようにしたことによって、ボール9を円滑に転動させることができるとともに、ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15の長さを容易に変更すること可能となり、ボールねじ装置のストローク変更への多様な要求に応えることができる。

[0027] また、間座11の外径 D_k をボールピッチ円直径 D_p からボールの直径 d_w を減じた直径以下としたことによって、ボール9がナット軌道溝8と間座11の外周面との間に挟まれた状態で間座11の外周面上を転動するので、ナット7の移動抵抗が増加することを防止することができる。

更に、間座11の軸方向長さ B_k をナット軌道溝8の有効巻数に相当する軸方向長さ以下としたことによって、ナット7がねじ軸16とねじ軸17との接続部を通過する時に、

装填されている複数のボールの少なくとも1つが必ず軸軌道溝3とナット軌道溝8との間を転動することができ、ナットを複数のねじ軸間で円滑に受け渡すことができる。

- [0028] なお、第1実施例では、ねじ軸組立体を構成する複数のねじ軸は2本として説明したが、上記と同様にしてねじ軸を接合すれば何本でもねじ軸を接合することができ、上記と同様の効果を奏することができる。

次に、図3及び図4を参照して、本発明の第2実施例について説明するが、図1及び図2に示したものと同一部分には同一符号を付し、その部分の詳細な説明は省略する。

- [0029] 図3において、第2実施例に係るボールねじ装置1は、ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15、ナット7及び複数のボール9を備えている。上記ナット7は、ねじ軸組立体15の外径より大きい内径で筒状に形成され、螺旋状のナット軌道溝8を有している。このナット軌道溝8は、ナット7の内周面に一定のリードで形成され、ねじ軸組立体15の軸軌道溝3と対向している。
- [0030] ナット7は、ナット7の外周面に固定されたインナケース24と機械装置等の移動台(図示せず)に固定されたアウトケース25とからなる軸受箱22内に收容された二つのアンギュラ玉軸受23により回転自在に支持され、タイミングベルト等の無端ベルト29を介して駆動モータ26により回転駆動されるようになっている。上記駆動モータ26は、軸受箱22のアウトケース25に固定されたモータブラケット27に取り付けられている。無端ベルト29は、駆動モータ26の回転軸に取り付けられた駆動プーリ28とナット7に取り付けられた従動プーリ30との間に掛け渡されている。
- [0031] ボール9は、ねじ軸組立体15が回転すると、これに伴ってねじ軸組立体15及びナット7の軌道溝3, 8上を転動する。そして、ナット軌道溝8を転動したボール9は、ナット7に組み付けられたボールリターンチューブ(図示せず)内に入り、ボールリターンチューブ内に形成されたボール戻し通路を通して初期位置に戻されるようになっている。

ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15は、第1のねじ軸16、第2のねじ軸17及び接合部材としてのねじ込み間座(スリーブ)11を含んで構成され、その両端部に位置するねじ軸係止台31により回転不能に支持されている。

[0032] ねじ込み間座11は、その軸芯部に、ねじ軸係止台31から供給された潤滑油等の液状の潤滑剤を軸部18, 19の先端に導く潤滑剤通路32を有している。この潤滑剤通路32は軸部18, 19の先端面18b, 19bに開口部をそれぞれ有しており、潤滑剤通路32の開口部から流出した潤滑剤は、間座11に設けられた潤滑剤供給孔33(図4参照)を流通してねじ軸組立体15の軸軌道溝3等に供給されるようになっている。上記潤滑剤供給孔33は、ねじ込み間座11の外周面を通過するボール9の移動を妨げないように、ねじ軸16, 17の間で切り取られた軸軌道溝3の軌跡を避けて穿孔されている。

[0033] 上記の構成の作用について説明する。

上述した第1実施例と同様にして組立てられたボールねじ装置1は、ねじ軸組立体15の両端をねじ軸係止台31に係止し、ナット7を軸受箱22に固定して駆動プーリ28と従動プーリ30の間に無端ベルト29を掛け渡してボールねじ装置組立体21として組立てられる。

[0034] そして、モータ26が回転すると、駆動プーリ28の回転力が無端ベルト29、従動プーリ28を経由してナット7へ伝えられ、ナット7が回転する。

この時、ナット7はアンギュラ玉軸受23により回転自在に支持されているので、ナット7のみが回転し、両端をねじ軸係止台31に係止されたねじ軸組立体15上を軸方向に移動して機械装置等の移動台を軸方向に移動させる。

[0035] ナット7がねじ軸16とねじ軸17との接合部に達すると、ボール9は第1実施例と同様にしてボール9がねじ込み間座11の外周面上を転動する。

このナット7のねじ軸16とねじ軸17との接合部の通過時に、図示しない潤滑剤供給装置から潤滑剤が圧送され、ねじ軸係止台31、潤滑剤通路32を経由してねじ軸16, 17の端面4bの隙間からねじ込み間座11の内部に供給され、その潤滑剤が潤滑剤供給孔33を通してナット7とねじ込み間座11の間に流出し、そこを通過するボール9に潤滑剤を供給する。ナット7の通過後に潤滑剤の供給は停止される。

[0036] この時、潤滑剤供給孔33は、ねじ軸16, 17の間で切り取られた軸軌道溝3の軌跡を避けて穿孔されているので、ボール9が潤滑剤供給孔33に落ち込むことなく円滑に通過させることができると共に、比較的大きな穴を穿孔することができ、潤滑剤を十

分に供給することが可能になる。

また、ねじ込み間座11に潤滑剤供給孔33を設けることにより軸軌道溝3に潤滑剤供給孔33を設ける必要がなくなり、ねじ軸16, 17の製作が容易になる。

[0037] なお、本実施例のねじ込み間座11はその端面11bがねじ軸16, 17の段部端面16a, 17aと当接して締付けられているので、潤滑剤が外部に漏れ出すことはない。

以上説明したように、第2実施例では、第1実施例と同様の効果に加えて、接合部材としてのねじ込み間座11に潤滑油供給孔33を設けたことによって、軸軌道溝に穿孔していた潤滑剤供給孔を廃止することができ、ねじ軸の加工時間を短縮することができる。

[0038] また、潤滑剤供給孔33をねじ軸16, 17の間で切り取られた軸軌道溝3の軌跡を避けて穿孔するようにしたことによって、ボール9が間座11の外周面上を転動する際に潤滑剤供給孔33にボール9が落ち込むのを防止できると共に、比較的大きな潤滑剤供給孔を穿孔することができ、潤滑剤を十分に供給することが可能になる。

なお、第2実施例では、1個の潤滑剤供給孔33をねじ込み間座11に設けた場合を例示したが、図5に示す第3実施例や図6に示す第4実施例のように、2個以上の潤滑剤供給孔33をねじ込み間座11に設けてもよい。要は、潤滑剤の供給量に応じて潤滑剤供給孔33の数を定めればよい。

[0039] また、上述した第2実施例では、潤滑剤供給孔33は軸軌道溝3の軌跡を避けるようにしてねじ込み間座11に穿孔されていると説明したが、ボールの移動に支障がない程度の孔径であれば、軸軌道溝の軌跡にかかるように潤滑剤供給孔33をねじ込み間座11に設けてもよい。

更に、図3及び図4に示した実施例では、軸軌道溝の軌跡が下向きであるように図示したが、潤滑剤供給孔の円周方向の位置は下向きに限らず、横向きや上向きであってもよい。この場合に下向き以外の位置、特に横向きや上向きの位置に潤滑剤供給孔を設ければ、ナットが通過した後の潤滑剤の後垂れを防止することができる。

[0040] 次に、図7を参照して、本発明の第5実施例について説明する。

図7において、第5実施例に係るボールねじ装置1は、ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15、ナット7及び複数のボール9を備えている。上記ナット7は、ねじ軸組立体15

の外径より大きい内径で筒状に形成され、螺旋状のナット軌道溝8を有している。このナット軌道溝8は、ナット7の内周面に一定のリードで形成され、後述するねじ軸組立体15の軸軌道溝3と対向している。

[0041] ボール9は、ねじ軸組立体15が回転すると、これに伴ってねじ軸組立体15及びナット7の軌道溝3, 8上を転動する。そして、ナット軌道溝8を転動したボール9は、ナット7に組み付けられたボールリターンチューブ(図示せず)内に入り、ボールリターンチューブ内に形成されたボール戻し通路を通して初期位置に戻されるようになっている。

ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15は、第1のねじ軸16、第2のねじ軸17及び接合部材としてのねじ込み間座(スリーブ)11を含んで構成されている。第1及び第2のねじ軸16, 17は、その断面がナット7の内径より小さい直径で円形に形成され、螺旋状の軸軌道溝3をそれぞれ有している。この軸軌道溝3は、ナット7のナット軌道溝8と同じリードでねじ軸16, 17の外周面上に形成されている。

[0042] また、ねじ軸16, 17は、その一端部に、スリーブ11と嵌合する軸部18, 19をそれぞれ有している。この軸部18, 19は、ねじ軸16, 17の外径より小さい外径でねじ軸16, 17と同軸に形成され、その先端部に雄ねじ部5をそれぞれ有している。

ねじ込み間座11は、その外径を D_k (図2参照)とすると、下式(1)及び(2)を満たす条件で円筒状に形成され、軸部18, 19の外周面18a, 19aと例えばすき間嵌めにて嵌合する内周面11aを有している。

$$[0043] \quad D_k \leq D_p - d_w \quad \cdots (1)$$

$$D_k \geq D_p - d_w - 0.1 d_w \quad \cdots (2)$$

但し、 D_p : ボールピッチ円直径

d_w : ボール直径

また、ねじ込み間座11は、その軸方向長さを B_k とすると、下式(3)及び(5)を満たす条件で円筒状に形成され、軸部18, 19の雄ねじ部5と螺合する雌ねじ部12を有している。

$$[0044] \quad B_k \leq B_n \quad \cdots (3)$$

$$B_k < B_s \quad \cdots (5)$$

但し、 B_n : ナット軌道溝8の有効巻数に相当する軸方向長さ

B_s : 軸部18, 19の軸方向長さ

ねじ込み間座11の雌ねじ部12は、軸軌道溝3のリードより小さいリードで且つ雄ねじ部5の軸方向長さの2倍を越える長さでねじ込み間座11の内周面中央部に形成されている。また、雌ねじ部12は、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k より短い長さでねじ込み間座11の内周面中央部に形成されている。

[0045] このような構成において、軸部18, 19の雄ねじ部5を間座11の雌ねじ部12にねじ込むと、図7に示すように、軸部18の先端面18bと軸部19の先端面19bとが当接した状態で第1のねじ軸16と第2のねじ軸17とが接続される。したがって、軸部18, 19の軸方向長さ B_s がねじ軸16の端面16aとねじ軸17の端面16bとの間における軸軌道溝3のリードの長さの $1/2$ となるように軸部18, 19の軸方向長さ B_s を設定しておけば、軸部18の先端面18bと軸部19の先端面19bとが当接するまで軸部18, 19の雄ねじ部5を間座11の雌ねじ部12にねじ込むことにより、ねじ軸16の外周面に形成された軸軌道溝3の位相とねじ軸17の外周面に形成された軸軌道溝3の位相とを一致させた状態でねじ軸16とねじ軸17とを接続することができる。

[0046] また、雄ねじ部5の雌ねじ部12との噛合始めと軸軌道溝3の開口端との位相差は、その和がリードの端数から求めた角度となるように設定してこれに応じたねじ込み回転数および軸部18, 19の軸方向長さ B_s を決定するようにしてもよい。

上記の構成の作用について説明する。

上記の各部の寸法を有するねじ軸16, 17を接合部材であるねじ込み間座11を用いて接合する場合は、ねじ軸16の一端部に形成された軸部18の雄ねじ部5をねじ込み間座11の雌ねじ部12にねじ込み、軸部18の外周面18aと間座11の内周面11aとを嵌合させながら更にねじ込んで設定したねじ込み回転数だけ回転させる。

[0047] そして、ねじ軸17をねじ込み間座11の反対側から上記と同様にしてねじ込み回転数だけ回転させてねじ込み、ねじ込み間座11の内部で軸部18, 19の先端面同士を当接させて締付ける。

これにより2本のねじ軸16, 17を軸軌道溝3の位相を合せた状態で1本のねじ軸組立体15として組立てることができる。

[0048] その他のボールねじ装置1の組立、ねじ込み間座11を通過するボール9の作動等は上記第1実施例と同様であるのでその説明を省略する。

以上説明したように、第5実施例では、第1実施例と同様の効果に加えて、ねじ込み間座11の軸方向長さ B_k を軸部18, 19の軸方向長さ B_s の和よりは短く形成するようにしたことによって、ねじ軸16, 17の端面同士を必ず当接させることができ、軸部18, 19の軸方向長さ B_s を管理することによりねじ軸組立体15の軸方向長さやねじ軸16, 17間の距離を容易に管理することができると共にねじ込み間座11の軸方向長さ B_k の仕上精度を緩く設定して間座の生産性を向上させることができる。

[0049] 次に、図8及び図9を参照して、本発明の第6実施例について説明する。

図8において、第6実施例に係るボールねじ装置1は、ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15、ナット7及び複数のボール9を備えている。上記ナット7は、ねじ軸組立体15の外径より大きい内径で筒状に形成され、螺旋状のナット軌道溝8を有している。このナット軌道溝8は、ナット7の内周面に一定のリードで形成され、後述するねじ軸組立体15の軸軌道溝3と対向している。

[0050] ボール9は、ねじ軸組立体15が回転すると、これに伴ってねじ軸組立体15及びナット7の軌道溝3, 8上を転動する。そして、ナット軌道溝8を転動したボール9は、ナット7に組み付けられたボールリターンチューブ(図示せず)内に入り、ボールリターンチューブ内に形成されたボール戻し通路を通して初期位置に戻されるようになっていく。

ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15は、第1のねじ軸16、第2のねじ軸17及び接合部材としての嵌合間座(スリーブ)41を含んで構成されている。

[0051] 第1及び第2のねじ軸16, 17は、その断面がナット7の内径より小さい直径で円形に形成され、螺旋状の軸軌道溝3をそれぞれ有している。この軸軌道溝3は、ナット7のナット軌道溝8と同じリードでねじ軸16, 17の外周面に形成されている。

また、ねじ軸16, 17は、その一端部に、スリーブ41と嵌合する軸部18, 19を有している。これらの軸部18, 19は、ねじ軸16, 17の外径より小さい外径でねじ軸16, 17と同軸に形成され、その先端部に雄ねじ部5を有している。

[0052] 上記嵌合間座41は、軸部18, 19の外周面18a, 19aと例えば圧入にて嵌合する

内周面41aを有し、その外径をDkとすると、下式(1)及び(2)を満たす条件で円筒状に形成されている。

$$Dk \leq Dp - dw \quad \dots (1)$$

$$Dk \geq Dp - dw - 0.1dw \quad \dots (2)$$

但し、Dp:ボールピッチ円直径

dw:ボール直径

また、嵌合間座41は、その軸方向長さをBkとすると、下式(3)及び(4)を満たす条件で円筒状に形成されている。

[0053] $Bk \leq Bn \quad \dots (3)$

$$Bk > Bs \quad \dots (4)$$

但し、Bn:ナット軌道溝8の有効巻数に相当する軸方向長さ

Bs:軸部18, 19の軸方向長さ

このような構成において、ねじ軸16, 17の軸部18, 19を嵌合間座41内に圧入すると、図8に示すように、軸部18の先端面18aと軸部19の先端面19aとの間に隙間が形成された状態でねじ軸16とねじ軸17とが接続される。したがって、嵌合間座41の軸方向長さBkがねじ軸16の端面16bとねじ軸17の端面17bとの間における軸軌道溝3のリードの長さと等しくなるように軸部18, 19の軸方向長さBsを設定しておけば、ねじ軸16, 17の端面16a, 17aが嵌合間座41の端面41bに当接するまでねじ軸16, 17の軸部18, 19を間座41内に挿入することにより、ねじ軸16の外周面に形成された軸軌道溝3の位相とねじ軸17の外周面に形成された軸軌道溝3の位相とを一致させた状態でねじ軸16とねじ軸17とを接続することができる。

[0054] 上記の構成の作用について説明する。

上記の各部の寸法を有するねじ軸16, 17を接合部材である嵌合間座41を用いて接合する場合は、ねじ軸16の軸部18を嵌合間座41内に圧入し、嵌合間座41の端面41bとねじ軸16の端面16aとを当接させる。

そして、ねじ軸16に複数のボール9を装填したナット7と同様の治具を螺合させて接合部に固定し、ねじ軸17の軸軌道溝3をボール9に螺合させながらねじ軸17の軸部19を嵌合間座41内にねじ軸16の反対側から上記と同様にして圧入する。

[0055] この時、治具が固定されているので、ねじ軸17は圧入による軸方向の移動に伴って治具のボール9に案内されて回転しながら押し込まれ、嵌合間座41の端面41bとねじ軸16, 17の端面16a, 17aとが当接する。

これにより2本のねじ軸16, 17を軸軌道溝3の位相を合せた状態で1本のねじ軸組立体15として組立てることができる。

[0056] その他のボールねじ装置1の組立、ねじ込み間座11を通過するボール9の作動等は上記第1実施例と同様であるのでその説明を省略する。

以上説明したように、第6実施例では、第1実施例と同様の効果に加えて、嵌合間座41の軸方向長さBkを軸部18, 19の軸方向長さBsの和よりは長く形成して圧入によりねじ軸組立体を形成するようにしたことによって、嵌合間座41の端面41bをねじ軸16, 17の端面16a, 17aに必ず当接させることができ、嵌合間座41の軸方向長さBkを管理することによりねじ軸組立体の軸方向長さやねじ軸16, 17間の距離を容易に管理することができると共に、容易にねじ軸の軸軌道溝の位相を合せることができ、接合部材としての嵌合間座の生産性を向上させることができる。

[0057] なお、本実施例の嵌合間座を用いた圧入によるねじ軸の接合の場合は、嵌合間座41に第2実施例と同様の潤滑剤供給孔33を形成し、ねじ軸16, 17に潤滑剤通路32を設ければ、第2実施例と同様の効果を得ることができる。

次に、図10を参照して、本発明の第7実施例について説明する。

図10において、第7実施例のボールねじ装置1は、ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15、ナット7及び複数のボール9を備えている。上記ナット7は、ねじ軸組立体15の外径より大きい内径で筒状に形成され、螺旋状のナット軌道溝8を有している。このナット軌道溝8は、ナット7の内周面に一定のリードで形成され、後述するねじ軸組立体15の軸軌道溝3と対向している。

[0058] ボール9は、ねじ軸組立体15が回転すると、これに伴ってねじ軸組立体15及びナット7の軌道溝3, 8上を転動する。そして、ナット軌道溝8を転動したボール9は、ナット7に組み付けられたボールリターンチューブ(図示せず)内に入り、ボールリターンチューブ内に形成されたボール戻し通路を通して初期位置に戻されるようになっている。

ねじ軸組立体(ボールねじ軸)15は、第1のねじ軸16、第2のねじ軸17及び接合部材としての嵌合間座(スリーブ)41を含んで構成されている。

[0059] 第1及び第2のねじ軸16, 17は、その断面がナット7の内径より小さい直径で円形に形成され、螺旋状の軸軌道溝3をそれぞれ有している。この軸軌道溝3は、ナット7のナット軌道溝8と同じリードでねじ軸16, 17の外周面に形成されている。

また、ねじ軸16, 17は、その一端部に、スリーブ41と嵌合する軸部18, 19を有している。これらの軸部18, 19は、ねじ軸16, 17の外径より小さい外径でねじ軸16, 17と同軸に形成され、その先端部に雄ねじ部5を有している。

[0060] 上記嵌合間座41は、軸部18, 19の外周面18a, 19aと例えば圧入にて嵌合する内周面41aを有し、その外径をDkとすると、下式(1)及び(2)を満たす条件で円筒状に形成されている。

$$Dk \leq Dp - dw \quad \cdots (1)$$

$$Dk \geq Dp - dw - 0.1dw \quad \cdots (2)$$

但し、Dp: ボールピッチ円直径

dw: ボール直径

また、嵌合間座41は、その軸方向長さをBkとすると、下式(3)及び(5)を満たす条件で円筒状に形成されている。

[0061] $Bk \leq Bn \quad \cdots (3)$

$$Bk < Bs \quad \cdots (5)$$

但し、Bn: ナット軌道溝8の有効巻数に相当する軸方向長さ

Bs: 軸部18, 19の軸方向長さ

このような構成において、ねじ軸16, 17の軸部18, 19を嵌合間座41内に圧入すると、図10に示すように、軸部18の先端面18bと軸部19の先端面19bとが当接した状態でねじ軸16とねじ軸17が接続される。したがって、軸部18, 19の軸方向長さBkがねじ軸16の端面16aとねじ軸17の端面17aとの間における軸軌道溝3のリードの長さの1/2となるように軸部18, 19の軸方向長さBkを設定しておけば、軸部18の先端面18bと軸部19の先端面19bとが当接するまでねじ軸16, 17の軸部18, 19を嵌合間座41内に圧入することにより、ねじ軸16の外周面に形成された軸軌道溝3の

位相とねじ軸17の外周面に形成された軸軌道溝3の位相とを一致させた状態でねじ軸16とねじ軸17とを接続することができる。

[0062] 上記の構成の作用について説明する。

上記の各部の寸法を有するねじ軸16, 17を接合部材である嵌合間座41を用いて接合する場合は、上記実施例4と同様にして、治具にセットしたねじ軸16, 17を嵌合間座41の両側に圧入して嵌合間座41の内部で軸部18, 19の先端面同士を当接させる。

[0063] これにより2本のねじ軸16, 17を軸軌道溝3の位相を合せた状態で1本のねじ軸組立体15として組立てることができる。

その他のボールねじ装置1の組立、嵌合間座41を通過するボール9の作動等は上記第6実施例と同様であるのでその説明を省略する。

以上説明したように、第7実施例では、上記第5及び第6実施例と同様の効果を奏することができる。

[0064] なお、上記第6及び第7実施例の嵌合間座41を用いたねじ軸16, 17の接合を第2実施例のボールねじ装置組立体21と同様のねじ軸組立体15の回転および軸方向の移動に係止して用いるボールねじ装置1適用する場合には、嵌合間座41の内周面41aと軸部18, 19の外周面18a, 19aとの嵌合をスキマバメとしてもよい。

この場合に、ねじ軸組立体15の両端に係止されているので、接合部の接合が外れることはない。またねじ軸16, 17の軸軌道溝3の位相合せは、間座41と軸部18, 19との嵌合がスキマバメとなっているので容易に回転するため、特別な治具を用いなくてもナット7をそのまま用いて上記と同様にして軸軌道溝3の位相合せを行った後にねじ軸組立体15に係止するようにすれば更に容易に軸軌道溝3の位相合せを行うことができる。

[0065] また、上記第6及び第7実施例に第2実施例の潤滑剤供給孔を設けて嵌合間座等を通過するボールに潤滑剤を供給するようにしてもよい。

この場合に、ねじ軸の端面の一方または両方に半径方向の切欠きを設けて潤滑剤の供給を容易にし、両側のねじ軸と嵌合間座等との間をOリング等によりシールするようにするとよい。

[0066] 次に、図11及び図12を参照して、本発明の第8実施例について説明する。

図11及び図12において、第8実施例のねじ軸16及び17は、軸軌道溝3の他に、もう一つの軸軌道溝45を有している。この軸軌道溝45は、ねじ軸16, 17の外周面上に軸軌道溝3と同一リードで螺旋状に形成されている。

従って、本実施例のねじ軸16, 17は2条の軸軌道溝3, 45を有するねじ軸16, 17と同様の構成であるが、軸軌道溝45にはボールが装填されず、1条の軸軌道溝3を有するねじ軸16, 17を接合したねじ軸組立体15を備えたボールねじ装置1として機能する。

[0067] ねじ軸組立体15は、ねじ軸16とねじ軸17とを接続する接合部材としてのコイル体46を含んで構成されている。このコイル体46は、ボール9の直径 d_w と略等しい直径で断面が円形状に形成されている。また、コイル体46はバネ鋼や合金鋼等の線材を1回以上回巻いて製作された螺旋状のコイル状部材であって、巻きピッチを軸軌道溝3, 45のリード(図11参照)と同等もしくはそれ以下とし、コイル状に巻かれた線材の中心の直径(コイル直径という。)はボールピッチ円直径 D_p (図1参照)と同等もしくはそれ以下として成形され、もう一つの軸軌道溝45の形状に沿うように形成される。本実施例のコイル体46の巻数は1巻である。

[0068] なお、本実施例のねじ軸16, 17の端部は、1本のねじ軸を2つに分割したのと同様に形成され、ねじ軸16, 17の端面同士を当接させて回転させれば軸軌道溝3, 45の位相が一致するように形成されている。

上記の構成の作用について説明する。

上記のねじ軸16, 17を接合部材であるコイル体46を用いて接合する場合は、ねじ軸16, 17の端面同士を当接させて、もう一つの軸軌道溝45にコイル体46を巻き付けて装着する。

[0069] この時、コイル体46は線形をボール直径 d_w と略同等とし、巻きピッチを軸軌道溝45のリードと同等もしくはそれ以下とし、コイル直径をボールピッチ円直径 D_p と同等もしくはそれ以下としているので、バネ鋼または合金鋼の有する弾性によってもう一つの軸軌道溝45に密着してもう一つの軸軌道溝45の位相を一致させると同時に、軸軌道溝3の位相を一致させる。またコイル体46の巻数を1巻以上としているので同軸

度を保つことが可能になる。

- [0070] これにより2本のねじ軸16, 17を軸軌道溝3の位相を合せた状態で1本のねじ軸組立体15として組立てることができる。

このようにして組立てられたねじ軸組立体15は、接合によらない1本のねじ軸と同様に機能させることができる。

従って、軸軌道溝3の接続部を通過するボール9やナット7の作動は、通常のねじ軸の場合と同様である。

- [0071] 以上説明したように、第8実施例では、上記第1実施例と同様の効果に加えて、ねじ軸にボールが装填されないもう一つの軸軌道溝を設け、このもう一つの軸軌道溝に接合部材としてのコイル体を巻きつけてねじ軸を接合してねじ軸組立体とするようにしたことによって、ねじ軸の軸軌道溝にコイル体を巻きつけるだけで、容易に軸軌道溝の位相を合わせることができる。

- [0072] なお、本実施例のコイル体は、上記第6及び第7実施例のねじ軸組立体を組立てる時の治具としても用いることができる。

次に、図13を参照して、本発明の第9実施例について説明する。なお、図11及び図12に示したものと同一または相当する部分には同一符号を付し、その部分の説明は省略する。

- [0073] 図13において、第9実施例に係るボールねじ装置のねじ軸16, 17は、その一端部に、ねじ軸16, 17の外径よりも小径に形成された軸部47をそれぞれ有している。この軸部47は、その外径を D_t とすると、下記の式(6)を満たす条件でねじ軸16, 17の一端部に形成されている。

$$D_t \leq D_p - d_w \quad \cdots (6)$$

但し、 D_p :ボールピッチ円直径

d_w :ボール直径

また、軸部47は、その軸方向長さを B_t とすると、下記の式(7)を満たす条件でねじ軸16, 17の一端部に形成されている。

- [0074] $B_t \leq B_n / 2 \quad \cdots (7)$

但し、 B_n :ナット軌道溝8の有効巻数に相当する軸方向長さ

さらに、ねじ軸16, 17の間で切り取られた軸軌道溝3、45のリード長をLとすると、軸部47は、下記の式(8)を満たす条件でねじ軸16, 17の一端部に形成されている。

[0075] $B_t = L / 2 \quad \cdots (8)$

本実施例では、軸部47の軸方向長さ B_t が設定された上記の長さを等分して形成されている。これにより、軸部47の端面同士を当接させて回転させれば軸軌道溝3、45の位相が一致するように形成されている。

上記の構成の作用について説明する。

[0076] 上記ねじ軸16, 17を接合部材であるコイル体46を用いて接合する場合は、ねじ軸16, 17の端面同士を当接させて、もう一つの軸軌道溝45にコイル体46を巻き付けて装着し、第8実施例と同様にコイル体46の有する弾性によってコイル体46がもう一つの軸軌道溝45に密着してもう一つの軸軌道溝45の位相を一致させると同時に、軸軌道溝3の位相を一致させる。

[0077] この時、軸部47の外径 D_t は、上記第1実施例のねじ込み間座11の外径 D_k と同様にボールピッチ円直径 D_p からボール9の直径 d_w を減じた直径以下となっているので、軸部47の外周面を通過するボール9やナット7に対して同様に機能することができる。

これにより2本のねじ軸16, 17を軸軌道溝3の位相を合せた状態で1本のねじ軸組立体15として組立てることができる。

[0078] このようにして組立てられたねじ軸組立体15は、上記第1実施例と同様に機能する。

以上説明したように、第9実施例では、上記第1実施例および第8実施例と同様の効果を奏することができる。

なお、上記第8及び第9実施例では、ボールを装填する軸軌道溝は1条として説明したが、ボールを装填する軸軌道溝は1条に限らず何条あっても同様である。

[0079] この場合に、もう一つの軸軌道溝はボールを装填する軸軌道溝に1条加えて形成するようにする。

上記各実施例においては、リターンチューブ式の連結路を有するボールねじ装置

を例に説明したが、連通路は前記に限らず、連結路をこま式やエンドキャップ式等としたボールねじ装置に本発明を適用しても同様の効果を得ることができる。

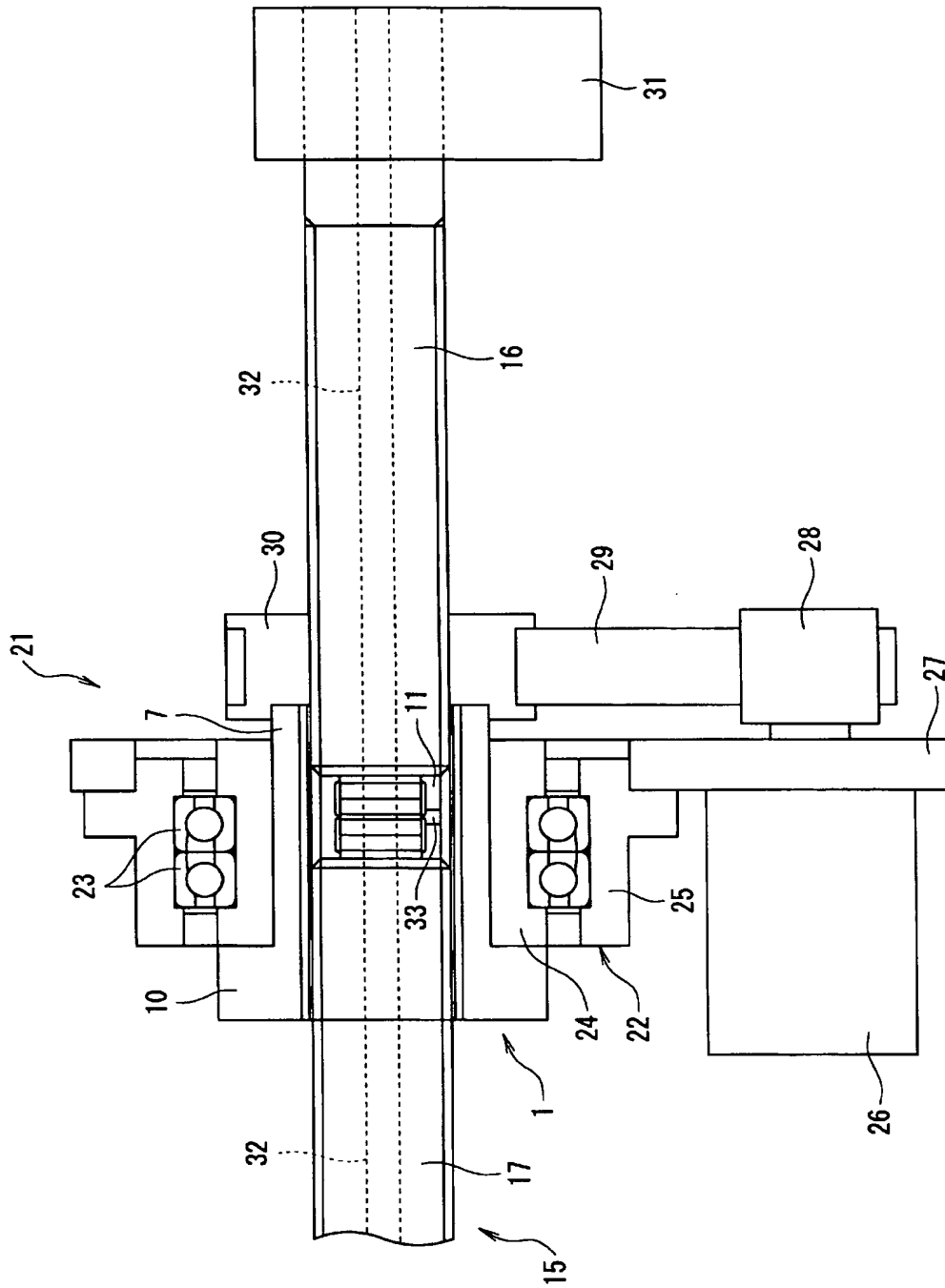
- [0080] また、上記各実施例においては、主にボールねじ装置のねじ軸を回転させてナットを軸方向に移動させるとして説明したが、ねじ軸を固定してナットを回転させる形式のボールねじに本発明を適用しても同様の効果を奏することができる。

請求の範囲

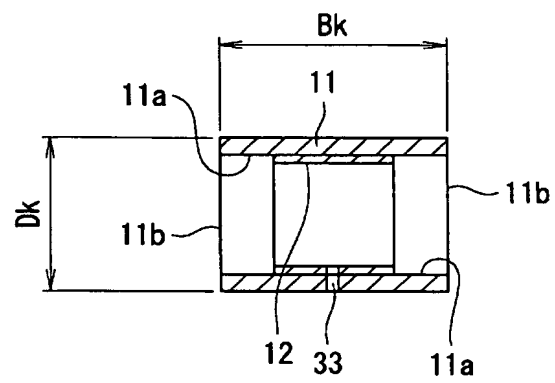
- [1] 外周面に螺旋状の軸軌道溝を形成した複数のねじ軸と、該ねじ軸を接合する接合部材と、内周面に前記軸軌道溝に対向するナット軌道溝を形成したナットと、前記軸軌道溝とナット軌道溝との間に装填された複数のボールとを備え、
- 前記複数のねじ軸の軸軌道溝の位相を合わせて前記接合部材で接合してねじ軸組立体を形成し、該ねじ軸組立体の軸軌道溝と前記ナット軌道溝とを前記複数のボールを介して螺合させたことを特徴とするボールねじ装置。
- [2] 請求項1記載のボールねじ装置において、
- 前記接合部材の外径を、前記装填された複数のボールのボールピッチ円直径から前記ボールの直径を減じた直径以下としたことを特徴とするボールねじ装置。
- [3] 請求項1又は2記載のボールねじ装置において、
- 前記接合部材の軸方向長さを、前記ナットの有効巻数に相当する軸方向長さ以下としたことを特徴とするボールねじ装置。
- [4] 請求項1〜3のいずれか一項記載のボールねじ装置において、
- 前記ねじ軸の接合を、前記ねじ軸の段部端面と、前記接合部材の端面とを突き合わせるにより行うことを特徴とするボールねじ装置。
- [5] 請求項1〜3のいずれか一項記載のボールねじ装置において、
- 前記ねじ軸の接合を、前記接合部材の内部で前記ねじ軸の端面を突き合わせるにより行うことを特徴とするボールねじ装置。
- [6] 請求項1〜5のいずれか一項記載のボールねじ装置において、
- 前記ねじ軸の軸芯部に潤滑剤通路を設けると共に、前記接合部材の側壁に潤滑剤供給孔を設けたことを特徴とするボールねじ装置。
- [7] 請求項6記載のボールねじ装置において、
- 前記ナットが、前記接合部材を通過する時に、前記潤滑剤供給孔から潤滑剤を供給することを特徴とするボールねじ装置。
- [8] 請求項1記載のボールねじ装置において、
- 前記複数のねじ軸に前記ボールが装填されないもう一つの軸軌道溝を設けると共に、前記接合部材を前記軸軌道溝に沿った螺旋状のコイル体とし、前記もう一つの

軸軌道溝に前記コイル体を巻きつけて前記ねじ軸を接合することを特徴とするボールねじ装置。

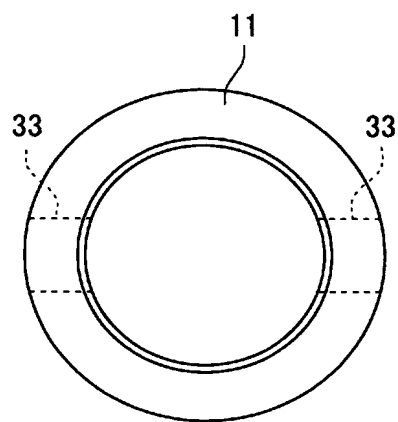
[図3]



[図4]



[図5]



[図13]

